

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/109091 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: F02M 45/08, 47/02

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/050785

(22) Internationales Anmeldedatum: 13. Mai 2004 (13.05.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität: 10326044.7 10. Juni 2003 (10.06.2003) DE

(71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): BOECKING, Friedrich [DE/DE]; Kahlhieb 34, 70499 Stuttgart (DE).

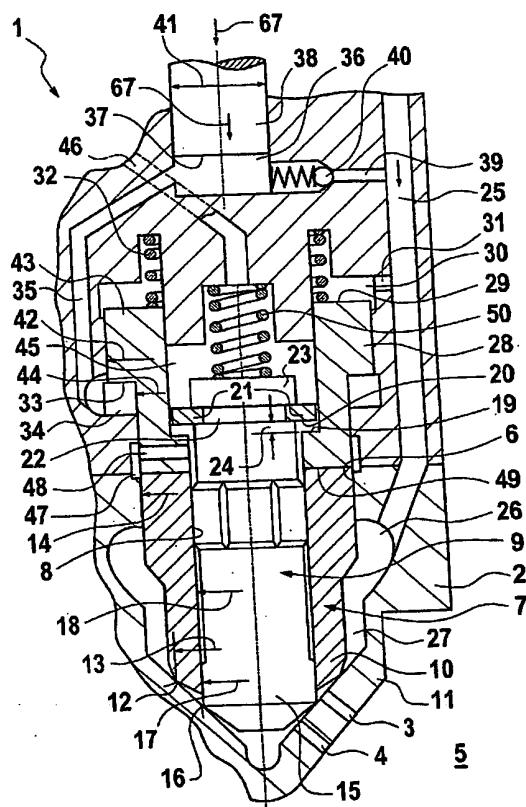
(74) Gemeinsamer Vertreter: ROBERT BOSCH GMBH; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: INJECTION NOZZLE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINES

(54) Bezeichnung: EINSPRITZDÜSE FÜR BRENNKRAFTMASCHINEN



(57) **Abstract:** The invention relates to an injection nozzle (1) for an internal combustion engine, comprising a nozzle body (2) which comprises at least one first injection hole (3) and at least one second injection hole (4), a first nozzle needle (7) which is embodied as a hollow needle and which is guided in a first needle guide (6) of the nozzle body (2). Said nozzle needle can control the injection of fuel through the at least one first injection hole (3). Said injection nozzle also comprises a second nozzle needle (9) which is arranged in a coaxial manner on the first nozzle needle (7) and which can control the injection of fuel through the at least one second injection hole (4). In order to simplify control of the second nozzle needle (9), a first carrier contour (19) is formed on the first nozzle needle (7), said first carrier contour co-operating with a second carrier contour (20) formed on the second nozzle needle (9) when opening the first nozzle needle (7) according to a predetermined pre-stroke (24) and, during an opening movement occurring by means of the pre-stroke (24), the first nozzle needle (7) opens the second nozzle needle (9).

(57) **Zusammenfassung:** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Einspritzdüse (1) für eine Brennkraftmaschine, umfassend einen Düsenkörper (2), der wenigstens ein erstes Spritzloch (3) und wenigstens ein zweites Spritzloch (4) aufweist, eine in einer ersten Nadelführung (6) des Düsenkörpers (2) geführte, als Hohlnadel ausgebildete erste Düsennadel (7), mit der die Einspritzung von Kraftstoff durch das wenigstens eine erste Spritzloch (3) steuerbar ist, sowie eine koaxial zur ersten Düsennadel (7) angeordnete zweite Düsennadel (9), mit der die Einspritzung von Kraftstoff durch das wenigstens eine zweite Spritzloch (4) steuerbar ist. Um die Ansteuerung der zweiten Düsennadel (9) zu vereinfachen, ist an der ersten Düsennadel (7) eine erste Mitnehmerkontur (19) ausgebildet, die beim Öffnen der ersten Düsennadel (7) nach einem vorbestimmten Vorhub (24) mit einer an der zweiten Düsennadel

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/109091 A1



GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) *Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart):* ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,

EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zwei-Buchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

- 1 -

5

10 Einspritzdüse für Brennkraftmaschinen

Stand der Technik

15 Die vorliegende Erfindung betrifft eine Einspritzdüse für
Brennkraftmaschinen mit den Merkmalen des Oberbegriffs des
Anspruchs 1.

20 Eine derartige Einspritzdüse ist beispielsweise aus der
DE 100 58 153 A1 bekannt und besitzt einen Düsenkörper, an
dem wenigstens ein erster Spritzloch sowie wenigstens ein
zweites Spritzloch ausgebildet sind. In einer erster
Nadelführung des Düsenkörpers ist eine als Hohlnadel
ausgebildete erste Düsennadel geführt, mit der die
Einspritzung von Kraftstoff durch das wenigstens eine erste
Spritzloch steuerbar ist. In der ersten Düsennadel ist
koaxial eine zweite Düsennadel angeordnet, mit der die
Einspritzung von Kraftstoff durch das wenigstens eine
zweite Spritzloch steuerbar ist. Bei der bekannten
Einspritzdüse ist die zweite Düsennadel mit einem
25 Antriebskolben antriebsverbunden, der in einem Steuerraum
eine bei Druckbeaufschlagung in Schließrichtung wirksame
Steuerfläche aufweist. Die zweite Düsennadel besitzt eine
Druckstufe, d.h. eine Querschnittsfläche eines zwischen
zweiter Düsennadel und Düsenkörper ausgebildeten zweiten
30 Ventilsitzes ist kleiner als eine Querschnittsfläche einer
in der ersten Düsennadel zur Führung der zweiten Düsennadel

35

- 2 -

ausgebildeten zweiten Nadelführung. Bei geöffneter erster Düsennadel wird die Druckstufe der zweiten Düsennadel mit Druck beaufschlagt, wobei die Druckstufe der zweiten Düsennadel in Öffnungsrichtung wirkt. Wenn bei geöffneter 5 erster Düsennadel zusätzlich auch die zweite Düsennadel geöffnet werden soll, kann im Steuerraum der Druck abgesenkt werden, so dass die Öffnungskraft an der Druckstufe der zweiten Düsennadel überwiegt. Der zur 10 Betätigung der zweiten Düsennadel erforderliche Aufwand ist hierbei relativ groß.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Einspritzdüse mit den Merkmalen des 15 unabhängigen Anspruchs hat dem gegenüber den Vorteil, dass zur Betätigung der zweiten Düsennadel kein separater Steuerraum hinsichtlich des darin herrschenden Drucks kontrolliert werden muss. Die Erfindung beruht auf dem 20 allgemeinen Gedanken, zur Betätigung der zweiten Düsennadel einen mechanischen Mitnehmer vorzusehen, der die Hubbewegung der ersten Düsennadel ab einem vorbestimmten Vorhub der ersten Düsennadel mit einer Hubbewegung der zweiten Düsennadel koppelt. Bei der Erfindung wird somit 25 das Öffnen der zweiten Düsennadel in Abhängigkeit des Öffnungshubs der ersten Düsennadel gesteuert. Beim Öffnen der ersten Düsennadel bleibt die zweite Düsennadel solange geschlossen, bis der Öffnungshub der ersten Düsennadel den vorbestimmten Vorhub erreicht. Ab diesem Vorhub kann dann 30 die erste Düsennadel die zweite Düsennadel mitnehmen, wodurch auch die zweite Düsennadel geöffnet wird. Der Öffnungshub der ersten Düsennadel kann in herkömmlicher Weise mittels eines entsprechenden Aktuators, insbesondere 35 eines Piezoaktors, gesteuert werden. Dabei können die Öffnungszeiten und ein Abstand zwischen dem Öffnungszeitpunkt der ersten Düsennadel und dem Öffnungszeitpunkt der zweiten Düsennadel quasi beliebig

- 3 -

varriert werden. Dementsprechend können mit einem einzigen Aktuator beide Düsenadeln nacheinander zum Öffnen angesteuert werden. Der Aufwand zur Realisierung einer Ansteuerung der zweiten Düsenadel wird somit erheblich

5 reduziert.

Entsprechend einer besonders vorteilhaften Ausführungsform kann die zweite Düsenadel so ausgestaltet sein, dass sie keine Druckstufe besitzt. Bei dieser Bauweise entspricht 10 die Querschnittsfläche im Dichtsitz der zweiten Düsenadel der Querschnittsfläche einer für die zweite Düsenadel vorgesehenen zweiten Nadelführung. Diese Bauweise hat zur Folge, dass sich die an der zweiten Düsenadel in 15 Öffnungsrichtung wirksamen Druckkräfte beim Öffnen der ersten Düsenadel nicht ändern. Des Weiteren ergeben sich bei geöffneter erster Düsenadel an dem den Spritzlöchern zugeordneten Ende der zweiten Düsenadel keine in Öffnungsrichtung wirksamen (hydraulischen) Druckkräfte. Durch diese Bauweise wird ein vereinfachter Aufbau für die 20 Einspritzdüse unterstützt.

Bei einer Weiterbildung kann die zweite Düsenadel mit 25 ihrem von den Spritzlöchern entfernten Ende in einem ersten Leckageraum angeordnet sein, wobei die zweite Düsenadel dann mit einer zweiten Feder in Schließrichtung vorgespannt ist. Der Leckageraum ist üblicherweise relativ drucklos, so dass an der zweiten Düsenadel im wesentlichen nur die zweite Feder in Schließrichtung wirkt. Insbesondere in 30 Verbindung mit der fehlenden Druckstufe an der zweiten Düsenadel kann die zweite Düsenadel somit mit vergleichsweise kleinen Kräften geschlossen bzw. geöffnet werden. Dies ist für die vorgesehene mechanische Kopplung von besonderem Vorteil, da so Verschleißerscheinungen reduziert werden können.

- 4 -

5 Zweckmäßig können an den Düsennadeln ausgebildete Mitnehmerkonturen, die bei erreichen des Vorhubs die gewünschte mechanische Zwangskopplung zwischen den Düsennadeln erzeugen, so angeordnet sein, dass sie im ersten Leckageraum miteinander zusammenwirken.

10 Dementsprechend herrscht in der Umgebung der Mitnehmerkonturen ein relativ geringer Umgebungsdruck, was die ordnungsgemäße Funktion der Mitnehmerkonturen unterstützt.

15 Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der erfindungsgemäßen Einspritzdüse ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

20 15 Zeichnungen
Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Einspritzdüse sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im folgenden näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Bauteile beziehen. Es zeigen, jeweils schematisch,

25 Fig. 1 bis 3 stark vereinfachte Längsschnitte durch Einspritzdüsen bei unterschiedlichen Ausführungsformen.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

30 30 Entsprechend Fig. 1 weist eine erfindungsgemäße Einspritzdüse 1 einen Düsenkörper 2 auf. Der Düsenkörper 2 ist mit wenigstens einem ersten Spritzloch 3 und mit wenigstens einem zweiten Spritzloch 4 ausgestattet, die in einen Brennraum oder Vormischraum 5 einer im übrigen nicht gezeigten Brennkraftmaschine einmünden. Üblicherweise sind

35

- 5 -

mehrere erste Spritzlöcher 3 und/oder mehrere zweite Spritzlöcher 4 vorgesehen.

5 Der Düsenkörper 2 enthält eine erste Nadelführung 6, in der eine erste Düsennadel 7 hubbeweglich verstellbar gelagert ist. Die erste Düsennadel 7 ist als Hohlnadel ausgebildet und enthält eine zweite Nadelführung 8, in der eine zweite Düsennadel 9 hubbeweglich verstellbar gelagert ist. Die zweite Düsennadel 9 ist dabei koaxial zur ersten Düsennadel 7 angeordnet.

10 Zwischen einer den Spritzlöchern 3, 4 zugewandten ersten Nadelspitze 10 und einer die Spritzlöcher 3, 4 enthaltenden Düsen spitze 11 ist ein ringförmiger erster Dichtsitz 12 ausgebildet, der stromauf der ersten Spritzlöcher 3 angeordnet ist. Die Querschnittsfläche 13 im ersten Dichtsitz 12 ist dabei kleiner als die Querschnittsfläche 14 der ersten Nadelführung 6, wodurch die ersten Düsennadel 7 eine Druckstufe besitzt. Die jeweiligen Querschnitte 13, 14 sind dabei durch Pfeile symbolisiert.

15 20 Desweiteren ist zwischen einer den Spritzlöchern 3, 4 zugewandten zweiten Nadelspitze 15 der zweiten Düsennadel 9 und der Düsen spitze 11 ein zweiter Dichtsitz 16 ausgebildet, der zwischen dem wenigstens einen ersten Spritzloch 3 und dem wenigstens einen zweiten Spritzloch 4 angeordnet ist. Im Unterschied zur ersten Düsennadel 7 besitzt die zweite Düsennadel 9 bei der hier gezeigten Ausführungsform keine Druckstufe, d.h., die Querschnittsfläche 17 des zweiten Dichtsitzes 16 ist gleich groß wie die Querschnittsfläche 18 der zweiten Nadelführung 8.

25 30 35 Durch die gewählte Positionierung der Dichtsitze 12, 16 ist mit der ersten Düsennadel 7 das wenigstens eine erste

Spritzloch 3 steuerbar, während mit der zweiten Düsenadel 9 das wenigstens eine zweite Spritzloch 4 steuerbar ist.

5 Erfnungsgemäß ist nun an der ersten Düsenadel 7 eine erste Mitnehmerkontur 19 ausgebildet, die hier in Form einer Ringstufe ausgestaltet ist. An der zweiten Düsenadel 9 ist korrespondierend zur ersten Mitnehmerkontur 19 eine zweite Mitnehmerkontur 20 ausgebildet. Auch die zweite Mitnehmerkontur 20 kann durch eine entsprechend 10 ausgestaltete Ringstufe gebildet sein. In der hier gezeigten Ausführungsform sind zur Ausbildung der zweiten Mitnehmerkontur 20 zumindest zwei radial abstehende Stege 21 vorgesehen, die eine Querbohrung 22 an einem von der zweiten Nadelspitze 15 entfernten Ende 23 der zweiten 15 Düsenadel 9 eingesetzt sind. Grundsätzlich können für die Ausgestaltung der Mitnehmerkonturen 19, 20 auch andere Konstruktionen geeignet sein.

20 In dem in Fig. 1 gezeigten Ausgangszustand sind beide Düsenadeln 7, 9 geschlossen. Die Mitnehmerkonturen 19, 20 sind so angeordnet, dass in der Schließstellung beider Düsenadeln 7, 9 in der Hubrichtung ein Abstand 24 zwischen den beiden Mitnehmern 19, 20 ausgebildet ist. Dieser Abstand 24 wird im folgenden auch als Vorhub 24 bezeichnet.

25 Der Düsenkörper 2 enthält außerdem eine Zuführungsleitung 25, die zur Versorgung der Spritzlöcher 3, 4 mit einem unter Hochdruck stehenden Kraftstoff dient. Die Zuführungsleitung 25 kommt üblicherweise von einem hier nicht gezeigten Hochdrucksammelraum, der mit einer entsprechenden Hochdruckpumpe gespeist wird, sogenanntes „Common-Rail-Prinzip“. Die Zuführungsleitung 25 führt im 30 Düsenkörper 2 zu einem Düsenraum 26, von dem aus die Spritzdüsen 3, 4 über einen Ringraum 27 mit Kraftstoff gespeist werden.

35

- 7 -

5 Im Düsenkörper 2 ist außerdem ein Übersetzerkolben 28 hubverstellbar gelagert. Dieser Übersetzerkolben 28 bildet üblicherweise einen Bestandteil der ersten Düsenadel 7, bzw. ist der Übersetzerkolben 28 zumindest mit der ersten Düsenadel 7 zur Übertragung von Zug- und Druckkräften in der Hubrichtung gekoppelt. Der Übersetzerkolben 28 besitzt eine erste Fläche 29, die in einem Kompensatorraum 30 angeordnet und dem dort herrschenden Druck ausgesetzt ist. Der Kompensatorraum 30 kommuniziert über eine Bohrung 31 mit der Zuführungsleitung 25, so dass im Kompensatorraum 30 10 üblicherweise der Kraftstoffhochdruck herrscht. Im Bereich des Kompensatorraums 30 ist außerdem eine erste Feder 32 angeordnet, die sich einerseits am Düsenkörper 2 und andererseits am Übersetzerkolben 28 abstützt, wobei die erste Feder 32 den Übersetzerkolben 28 und somit die erste Düsenadel 7 in deren Schließrichtung vorspannt. Da die 15 erste Fläche 29 von der ersten Nadelspitze 10 abgewandt ist, wirkt die ersten Fläche 29 bei einer Druckbeaufschlagung in Schließrichtung der ersten Düsenadel 7.

20 Der Übersetzerkolben 28 muss dabei nicht fest mit der ersten Düsenadel 7 verbunden sein, da einerseits die Druckstufe der ersten Düsenadel 7 und andererseits die Vorspannkraft der ersten Feder 32 sowie die Druckkräfte im Kompensatorraum 30 gegeneinander wirken, so dass der Übersetzerkolben 28 und die erste Düsenadel 7 bei einer 25 Trennstelle 49 axial aneinander liegen können, ohne direkt miteinander verbunden zu sein. Dennoch bilden die erste Düsenadel 7 und der Übersetzerkolben 28 eine funktionale Einheit, deren Teilkomponenten 7, 28 gemeinsam bzw. 30 synchron hubverstellt werden.

35 Am Übersetzerkolben 28 ist außerdem eine zweite Fläche 33 ausgebildet, die in einem ersten Steuerraum 34 angeordnet und dort mit Druck beaufschlagbar ist. Da die zweite Fläche

- 8 -

33 der ersten Nadelspitze 10 zugewandt ist, wirkt die
zweite Fläche 33 bei einer Druckbeaufschlagung in
Öffnungsrichtung der ersten Düsennadel 7. Der erste
5 Steuerraum 34 kommuniziert über einen Steuerkanal 35 mit
einem zweiten Steuerraum 36. In diesem zweiten Steuerraum
36 ist eine dritte Fläche 37 angeordnet und mit Druck
beaufschlagbar. Diese dritte Fläche 37 ist dabei an einem
Aktorkolben 38 ausgebildet, der mit einem nicht gezeigten
Aktor oder Aktuator, der insbesondere als Piezoaktor
ausgestaltet sein kann, antriebsverbunden ist.

10 Der zweite Steuerraum 36 ist über einen Einspeiskanal 39 an
die Zuführungsleitung 25 angeschlossen, wobei im
Einspeiskanal 39 ein Einspeisventil 40 angeordnet ist.
15 Dieses Einspeisventil 40 kann beispielsweise als
Rückschlagsperrventil ausgestaltet sein, das zum zweiten
Steuerraum 36 hin öffnet und zur Zuführungsleitung 25 hin
sperrt.

20 Zwischen dem Aktorkolben 38 und dem Übersetzerkolben 28
kann ein Übersetzungsverhältnis für die daran angreifenden
Kräfte ausgebildet werden. Das Übersetzungsverhältnis
ergibt sich dabei aus der Relation der dritten Fläche 37
zur zweiten Fläche 33. Im vorliegenden Fall entspricht die
25 dritte Fläche 37 der Querschnittsfläche 41 des Aktorkolbens
38, während sich die zweite Fläche 33 durch die
Querschnittsfläche 42 des Übersetzerkolbens 28 an einem von
der ersten Nadelspitze 10 entfernten Ende 43 der ersten
Düsennadel 7 abfüglich der Querschnittsfläche 44 des
Übersetzerkolbens 28 in einem im Bereich der zweiten Fläche
30 33 an das Ende 43 anschließenden Abschnitt ergibt.

35 Wie bereits weiter oben erläutert, bildet der
Übersetzerkolben 28 zusammen mit der ersten Düsennadel 7
eine gemeinsam hubverstellbare Einheit. In der vorliegenden
Ausführungsform ist die erste Mitnehmerkontur 19 der ersten

- 9 -

Düsennadel 7 am Übersetzerkolben 28 ausgebildet. Das von
 der zweiten Nadelspitze 15 entfernte Ende 23 der zweiten
 Düsennadel 9 ist vorzugsweise in einem ersten Leckageraum
 45 angeordnet. Der erste Leckageraum 45 ist über eine
 5 Leckageleitung 46 mit einem relativ drucklosen Reservoir
 verbunden. In Hubrichtung zwischen dem Düsenraum 26 und dem
 ersten Steuerraum 34 ist ein zweiter Leckageraum 47
 angeordnet, der über wenigstens eine Bohrung 48 mit dem
 ersten Leckageraum 45 kommuniziert. In diesem zweiten
 10 Leckageraum 47 können Leckagen, die zwischen dem
 Außenumfang der ersten Düsennadel 7 und der ersten
 Nadelführung 6 entstehen, abgeführt werden.

Die zweite Düsennadel 9 ist mit Hilfe einer zweiten Feder
 15 50 in Schließrichtung vorgespannt. Die zweite Feder 50
 stützt sich dabei einerseits am Düsenkörper 2 und
 andererseits an dem von den Spritzlöchern 3, 4 entfernten
 Ende 23 der zweiten Düsennadel 9 ab. Die zweite Feder 50
 ist somit im ersten Leckageraum 45 angeordnet. Des Weiteren
 20 sind die Mitnehmerkonturen 19, 20 ebenfalls im ersten
 Leckageraum 45 positioniert.

Die Einspritzdüse 1 entsprechend der Ausführungsform gemäß
 Fig. 1 arbeitet wie folgt:

25 Im Ausgangszustand gemäß Fig. 1 herrscht in den
 Steuerräumen 34 und 36 sowie im Kompensatorraum 30 der
 Hochdruck, der auch in der Zuführungsleitung 25 und im
 Düsenraum 26 herrscht.

30 Um eine Kraftstoffeinspritzung durch das wenigstens eine
 erste Spritzloch 3 zu ermöglichen, führt der Aktorkolben 38
 einen Hub durch, der das Volumen des zweiten Steuerraums 36
 verringert. Die vom Aktorkolben 38 zum Öffnen der
 35 Düsennadeln 7, 9 durchgeführte Hubbewegung ist in Fig. 1
 durch einen Pfeil 67 symbolisiert.

Durch diesen Öffnungshub des Aktorkolbens 38 nimmt der Druck im zweiten Steuerraum 36 zu. Dieser Druck pflanzt sich über den Steuerkanal 35 in den ersten Steuerraum 34 fort. Folglich führt der Übersetzerkolben 28 einen Öffnungshub durch, wobei dieser die ersten Düsennadel 7 mitnimmt und/oder wobei die erste Düsennadel 7 durch ihre Druckstufe in Öffnungsrichtung angetrieben ist und dem Übersetzerkolben 28 folgt. Mit andern Worten, die an der Einheit aus erster Düsennadel 7 und Übersetzerkolben 28 herrschende Kräftebilanz führt zu einer in Öffnungsrichtung wirksamen resultierenden Kraft. Das bedeutet, die erste Düsennadel 7 führt eine Öffnungsbewegung durch, bei der die erste Nadelspitze 10 vom ersten Dichtsitz 12 abhebt, so dass das wenigstens eine erste Spritzloch 3 mit dem Düsenraum 26 verbunden ist und Kraftstoff in den Brennraum 5 oder Vormischraum 5 einspritzen kann.

Solange die Öffnungsbewegung der ersten Düsennadel 7 kleiner ist als der Vorhub 24 bleibt die zweite Düsennadel 9 in ihrer Schließstellung. Sobald jedoch die Öffnungsbewegung der ersten Düsennadel 7 den Vorhub 24 erreicht, kommen die Mitnehmerkonturen 19, 20 in Kontakt bzw. in Eingriff.

Wenn für die erwünschte Kraftstoffeinspritzung das wenigstens eine erste Spritzloch 3 nicht ausreicht und zusätzlich eine Kraftstoffeinspritzung durch das wenigstens eine zweite Spritzloch 4 durchgeführt werden soll, wird der Aktor zur Durchführung einer weitergehenden Hubverstellung des Aktorkolbens 38 angesteuert. Bei einer über den Vorhub 24 hinausgehenden Öffnungsbewegung der ersten Düsennadel 7 nimmt daher die erste Düsennadel 7 durch die Zwangskopplung der miteinander zusammenwirkenden Mitnehmerkonturen 19, 20 die zweite Düsennadel 9 mit, wodurch deren zweite Nadelspitze 15 vom zweiten Dichtsitz

- 11 -

16 abhebt. Bei geöffneter zweiter Düsennadel 9 kommuniziert dann auch das wenigstens eine zweite Spritzloch 4 mit dem Düsenraum 26 und kann dementsprechend Kraftstoff in den Raum 5 eindüsens.

5 Da die zweite Düsennadel 9 keine Druckstufe besitzt, sind die von der ersten Düsennadel 7 zur Mitnahme der zweiten Düsennadel 9 aufzubringenden Kräfte vergleichsweise gering, da im wesentlichen nur die Schließkraft der zweiten Feder 50 überwunden werden muss.

10 Wenn der Einspritzvorgang beendet werden soll, wird der Aktor zum Zurückfahren des Aktorkolbens 38 angesteuert. Dadurch sinkt in den Steuerräumen 34 und 36 der Druck zumindest bis auf den Druck in der Zuführungsleitung 25 ab. 15 Der Druck kann jedoch auch tiefer absinken, da auch das Einspeisventil 40 einen Druckabfall erzeugt. Sobald die Schließkräfte überwiegen, wird die erste Düsennadel 7 wieder in Schließrichtung angetrieben. Bei geschlossener erster Düsennadel 7 ist die zweite Düsennadel 9 an der zweiten Nadelspitze 15 drucklos, so dass spätestens dann 20 die Schließkraft der zweiten Feder 50 auch die zweite Düsennadel 9 schließt.

25 Beim erfindungsgemäßen Einspritzventil 1 kann somit über den einstellbaren Hub des Aktorkolbens 38 der Hub der ersten Düsennadel 7 eingestellt werden. Über den Öffnungshub der ersten Düsennadel 7 kann auch die zweiten Düsennadel 9 zum Öffnen angesteuert werden. Die Betätigung der beiden Düsennadel 7, 9 kann somit mit nur einen 30 einzigen Aktor realisiert werden, wodurch die erfindungsgemäße Einspritzdüse 1 besonders preiswert herstellbar ist.

35 In Fig. 2 ist ein zweites Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Einspritzdüse 1 dargestellt. Bezüglich

- 12 -

Übereinstimmungen mit dem ersten Ausführungsbeispiel hinsichtlich Bauteilen und Funktionen wird auf das betreffend Fig. 1 gesagte verwiesen, so dass im nachfolgenden lediglich die Unterschiede zur Ausführungsform gemäß Fig. 1 erläutert werden.

5 Ausführungsform gemäß Fig. 2 ist
10 Entsprechend Fig. 2 wird auch bei dieser Ausführungsform
15 die erste Düsenadel 7 von einem Übersetzerkolben 51
20 angetrieben, der einen Bestandteil der ersten Düsenadel 7
25 bilden kann oder zumindest mit dieser eine gemeinsam
hubverstellbare Einheit bildet. Der Übersetzerkolben 51
30 besitzt eine erste Fläche 52, die in einem ersten
Übersetzerraum 53 angeordnet und in diesem mit einem Druck
35 beaufschlagbar ist. Die erste Fläche 52 ist von der ersten
40 Nadelspitze 10 abgewandt, so dass sie bei
45 Druckbeaufschlagung in Schließrichtung der ersten
50 Düsenadel 7 wirkt. Bei dieser Ausführungsform ist der
55 Übersetzerkolben 51 mit einer ersten Feder 54 in
60 Öffnungsrichtung der ersten Düsenadel 7 vorgespannt. Die
65 erste Feder 54 stützt sich dabei in einem außen am
70 Übersetzerkolben 51 angeordneten zweiten Leckageraum 55
75 einenends am Düsenkörper 2 und anderenends an einer Stufe
80 am Übersetzerkolben 51 ab. Der zweite Leckageraum 55
85 kommuniziert über wenigstens eine Bohrung 57 mit dem
90 innenliegenden ersten Leckageraum 45.

Der erste Übersetzerraum 53 kommuniziert über einen Übersetzerkanal 58 mit einem zweiten Übersetzerraum 59. In diesem zweiten Übersetzerraum 59 ist eine Rückhubfläche 60 eines Steuerkolbens 61 angeordnet und mit einem Druck beaufschlagbar. Die Rückhubfläche 60 ist dabei von den Spritzlöchern 3, 4 abgewandt. Der Steuerkolben 61 weist außerdem eine Vorhubfläche 62 auf, die den Spritzlöchern 3, 4 zugewandt, in einem Steuerraum 63 angeordnet und mit einem Druck beaufschlagbar ist. Der Steuerraum 63 kommuniziert über eine Bohrung 64 mit der Zuführungsleitung

- 13 -

25. Durch die gewählte Anordnung trennt der Steuerkolben 61 den zweiten Übersetzerraum 59 vom Steuerraum 63. Diese Trennung ist dabei so ausgeführt, dass radial zwischen dem Steuerkolben 61 und einer Steuerkolbenführung 65 ein Drosselpfad 66 ausgebildet ist, über den der zweite Übersetzerraum 59 mit dem Steuerraum 63 (gedrosselt) 5 kommuniziert. Der Drosselpfad 66 ermöglicht bei statischen Zuständen oder bei relativ langsamen Bewegungen einen Druckausgleich zwischen dem Steuerraum 63 und dem zweiten Übersetzerraum 59, so dass im zweiten Übersetzerraum 59 und 10 folglich auch im ersten Übersetzerraum 53 der selbe Druck herrscht wie im Steuerraum 63, also wie in der Zuführungsleitung 25. Bei dynamischen Zuständen, also bei 15 relativ schnellen Hubbewegungen des Steuerkolbens 61 kann der Druckausgleich zwischen Steuerraum 63 und zweitem Übersetzerraum 59 über den Drosselpfad 66 nicht schnell genug stattfinden, so dass der Steuerkolben 61 im zweiten Übersetzerraum 59 relativ zum Steuerraum 63 Überdrücke und 20 Unterdrücke erzeugen kann.

20 Die erfindungsgemäße Einspritzdüse 1 entsprechend der Ausführungsform gemäß Fig. 2 arbeitet wie folgt:

25 Im Ausgangszustand gemäß Fig. 2 sind beide Düsennadeln 7, 9 geschlossen. Im ersten Übersetzerraum 53, im zweiten Übersetzerraum 59 und im Steuerraum 63 herrscht derselbe Druck wie in der Zuführungsleitung 25. In diesem Zustand stellt sich an der ersten Düsennadel 7 eine in 30 Schließrichtung wirkende resultierende Kraft ein. Die zweite Düsennadel 9 ist im Bereich ihrer zweiten Nadelspitze 15 relativ drucklos, so dass die Rückstellkraft der zweiten Feder 50 relativ klein dimensioniert sein kann, um die zweite Düsennadel 9 zu schließen.

35 Wenn nun eine Einspritzung durch das wenigstens eine erste Einspritzloch 3 durchgeführt werden soll, wird ein

- 14 -

entsprechender Aktor zur Durchführung einer Hubbetätigung des Steuerkolbens 51 angesteuert. Diese Hubbewegung ist in Richtung der Spritzlöcher 3, 4 orientiert, was wieder durch den Pfeil 67 angedeutet ist.

5 Bei dieser Bewegung vergrößert sich das Volumen des zweiten Übersetzerraums 59, wodurch dort der Druck abfällt. Dieser Druckabfall pflanzt sich bis in den ersten Übersetzerraum 53 fort, wodurch sich die Kräftebilanz an der ersten 10 Düsenadel 7 ändert. Sobald die in Öffnungsrichtung wirksamen Kräfte der ersten Feder 54 und der Druckstufe der ersten Düsenadel 7 überwiegen, hebt die erste Düsenadel 7 vom ersten Dichtsitz 12 ab, so dass das wenigstens eine erste Spritzloch 3 mit dem Düsenraum 26 kommuniziert und dementsprechend Kraftstoff in den Brennraum/Vormischraum 5 15 eindüszen kann. Die Hubbewegung 67 des Steuerkolbens 61 ist dabei so dimensioniert, dass die Öffnungsbewegung der ersten Düsenadel 7 nicht den Vorhub 24 übersteigt.

20 Falls eine zusätzliche Kraftstofffeindüsung über das wenigstens eine zweite Spritzloch 4 erwünscht ist, wird der Aktor so angesteuert, dass der Steuerkolben 61 eine weitergehende Hubbewegung ausführt. Als Reaktion darauf hebt die erste Düsenadel 7 weiter vom ersten Dichtsitz 12 ab, so dass ihre Öffnungsbewegung den vorbestimmten Vorhub 25 24 übersteigt. Dementsprechend kommen die Mitnehmerkonturen 19, 20 miteinander in Eingriff, so dass die erste Düsenadel 7 bei ihrer weitergehenden Hubbewegung die zweite Düsenadel 9 mitnimmt. Durch die Mitnahmebewegung der zweiten Düsenadel 9 hebt diese vom zweiten Dichtsitz 30 16 ab, so dass auch das wenigstens eine zweite Spritzloch 4 mit dem Düsenraum 26 kommuniziert und dementsprechend Kraftstoff in den Raum 5 eindüszen kann.

35 Zum Beenden des Einspritzvorgangs wird der Aktor so betätigt, dass der Steuerkolben 61 wieder zurückfährt und

- 15 -

dabei das Volumen des zweiten Übersetzerraums 59 wieder verkleinert. Folglich steigt der Druck dort wieder etwa bis zu dem in der Zuführungsleitung 25 herrschenden Druck an. Die Kräftebilanz an der zweiten Düsenadel 7 wird dadurch wieder geändert, so dass eine Schließkraft resultiert, welche die erste Düsenadel 7 schließt. Spätestens wenn die erste Düsenadel 7 geschlossen ist, ändert sich auch an der zweiten Düsenadel 9 die Kräftebilanz dahingehend, dass die Schließkraft der zweiten Feder 50 überwiegt und auch die zweite Düsenadel 9 schließt.

Auch bei dieser Ausführungsform können die beiden Düsenadeln 7, 9 mit nur einem einzigen Aktuator gesteuert werden.

Des weiteren ist von besonderer Bedeutung, dass die zweite Düsenadel 9, keine Druckstufe besitzt, so dass sich die daran angreifende Kräftebilanz beim Öffnen der ersten Düsenadel 7 nicht ändert. Des Weiteren sind nur relativ kleine Schließkräfte erforderlich, um die zweite Düsenadel 9 in Ihre Schließstellung vorzuspannen und im Schließzustand zu halten.

In Fig. 3 ist ein drittes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Einspritzdüse 1 dargestellt. Wegen der Übereinstimmungen mit den ersten beiden Ausführungsbeispielen hinsichtlich Bauteilen und Funktionen wird auf das betreffend der Fig. 1 und 2 gesagte verwiesen, so dass im nachfolgenden lediglich die Unterschiede erläutert werden.

Entsprechend Fig. 3 ist auch bei dieser Ausführungsform zum Antrieb der ersten Düsenadel 7 ein Übersetzerkolben 68 vorgesehen, der eine zusammen mit der ersten Düsenadel 7 gemeinsam hubverstellbare Einheit bildet. Der Übersetzerkolben 68 besitzt eine erste Fläche 69, die in

5 einem Steuerraum 70 angeordnet ist und dort einem Druck ausgesetzt werden kann. Die erste Fläche 69 ist dabei von den Spritzlöchern 3, 4 abgewandt, so dass sie bei einer Druckbeaufschlagung in Schließrichtung wirkt. Der Übersetzerkolben 68 enthält in seinem Inneren eine
10 Kolbenführung 71, in der ein Steuerkolben 72 hubverstellbar gelagert ist. Der Steuerkolben 72 ist dabei koaxial im Übersetzerkolben 68 angeordnet. Der Steuerkolben 72 ist über eine Kopplungsstange 73 mit einem Aktor 74 gekoppelt, derart, dass der Aktor 74 über die Kopplungsstange 73 zumindest Druckkräfte auf den Steuerkolben 72 ausüben kann.

15 Der Steuerkolben 72 weist eine Steuerfläche 75 auf, die ebenfalls im Steuerraum 70 angeordnet und mit einem Druck beaufschlagbar ist. Des Weiteren ist der Steuerkolben 72 mittels einer ersten Feder 76 und mittels der zweiten Feder 51 in Richtung einer Verkleinerung des Volumens des Steuerraums 70 angetrieben. Die erste Feder 76 stützt sich dabei zwischen dem Düsenkörper 2 und einem Kolben 77 ab, der mit dem Aktor 74 antriebsverbunden ist. Sofern die 20 drucksteife Kopplung zwischen Aktor 74, Kopplungsstange 73 und Steuerkolben 72 auch Zugkräfte übertragen kann, bewirkt die erste Feder 76 direkt eine Vorspannung des Steuerkolbens 72 in Richtung einer Volumenverkleinerung im Steuerraum 70. Sofern jedoch die Kopplung zwischen Aktor 25 74, Kopplungsstange 73 und Steuerkolben 72 keine Zugkräfte übertragen kann, bewirkt die erste Feder 76 lediglich eine Rückstellung des Aktors 74 und somit eine Druckentlastung des Steuerkolbens 72, wodurch die Vorspannung der zweiten Feder 51 stärker in Richtung einer Volumenreduzierung im Steuerraum 70 wirken kann.

30 35 Bei der hier gezeigten Ausführungsform weist die Einspritzdüse 1 außerdem einen Befüllungsraum 78 auf, der hier die Kopplungsstange 73 ringförmig umschließt. Dieser Befüllungsraum 78 kommuniziert über eine Bohrung 79 mit der

- 17 -

Zuführungsleitung 25. Bezuglich der Hubrichtung ist zwischen dem Befüllungsraum 78 und dem Steuerraum 70 eine Kopplungsstangenführung 80 vorgesehen, welche die Kopplungsstange 73 axial führt. Der Steuerraum 70 wird aus dem Befüllungsraum 78 gespeist. Zu diesem Zweck ist radial zwischen der Kopplungsstange 73 und der Kopplungsstangenführung 80 ein Drosselpfad 81 ausgebildet, der den Steuerraum 70 mit dem Befüllungsraum 78 kommunizierend, jedoch gedrosselt verbindet. In einem statischen Zustand bzw. bei langsamem Bewegen kann sich über den Drosselpfad 81 ein Druckausgleich zwischen dem Befüllungsraum 78 und dem Steuerraum 70 einstellen, so dass im Steuerraum 70 derselbe Druck herrscht wie in der Zuführungsleitung 25. Bei schnellen, also dynamischen Bewegungen des Steuerkolbens 72 kann über den Drosselpfad 81 der Druck zwischen Befüllungsraum 78 und Steuerraum 70 nicht schnell genug ausgeglichen werden, was zur Steuerung der Düsenadeln 7, 9 genutzt werden kann.

Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 3 stützt sich die zweite Feder 51 im Unterschied zu den Ausführungsformen der Fig. 1 und 2 nicht direkt am Düsenkörper 2, sondern am Steuerkolben 72 ab. Dementsprechend bewirkt die zweite Feder 51 einerseits eine Vorspannung der zweiten Düsenadel 9 in deren Schließstellung und andererseits eine Vorspannung des Steuerkolbens 72 in Richtung einer Volumenreduzierung des Steuerraums 70. Jedoch sind auch bei der hier gezeigten Ausführungsform die zweite Feder 51 und die Mitnehmerkonturen 19, 20 im ersten Leckageraum 45 untergebracht. Der erste Leckageraum 45 kommuniziert über wenigstens eine Bohrung 82 mit einem zweiten Leckageraum 83. Bei dieser Ausführungsform kommuniziert nicht der erste Leckageraum 45, sondern der zweite Leckageraum 83 über eine Leckageleitung 84 mit dem relativ drucklosen Reservoir.

- 18 -

Die zweite Feder 51 stützt sich dabei an einer Stützseite 85 des Steuerkolbens 72 ab, die den Spritzlöchern 3, 4 zugewandt und somit von der Steuerfläche 75 abgewandt ist.

5 Die erfindungsgemäße Einspritzdüse 1 entsprechend der Ausführungsform gemäß Fig. 3 arbeitet wie folgt:

10 In der in Fig. 3 gezeigten Ausgangsstellung herrscht im Steuerraum 70 der selbe Druck wie in der Zuführungsleitung 25. Die Kräftebilanz an der ersten Düsenadel 7 ist dabei so bemessen, dass eine resultierende Kraft in Schließrichtung wirkt.

15 Wenn nun eine Einspritzung durch das wenigstens eine erste Spritzloch 3 durchgeführt werden soll, wird der Aktor 74 so betätigt, dass dieser entsprechend dem Pfeil 67 eine Hubbewegung durchführt. Über die Kopplungsstange 73 wird 20 der Hub des Aktors 74 in einen Hub des Steuerkolbens 72 übertragen. Der Hub des Steuerkolbens 72 bewirkt eine Verschiebung der Steuerfläche 75, wodurch sich das Volumen 25 des Steuerraums 70 vergrößert. Da diese Volumenänderung rasch genug Kraftstoff nachströmen, so dass im Steuerraum 70 ein Unterdruck entsteht. Der Druckabfall im Steuerraum 70 hat eine Änderung der Kräftebilanz an der ersten 30 Düsenadel 7 zur Folge, derart, dass nunmehr die in Öffnungsrichtung wirksamen Kräfte der Druckstufe der ersten Düsenadel 7 überwiegen. An der ersten Düsenadel 7 stellt sich somit eine in Öffnungsrichtung wirksame resultierende Kraft ein, so dass die erste Düsenadel 7 vom ersten Dichtsitz 12 abhebt. In der Folge kommuniziert das 35 wenigstens eine erste Spritzloch 3 mit dem Düsenraum 26 und kann Kraftstoff in den Raum 5 eindüsén. Solange die Kraftstoffeindüsung nur durch das wenigstens eine erste Spritzloch 3 durchgeführt werden soll, erfolgt die Betätigung des Aktors 74 bzw. die Ansteuerung des

- 19 -

Steuerkolbens 72 so, dass der Öffnungshub der ersten Düsenadel 7 kleiner ist als der vorbestimmte Vorhub 24.

Wenn nun pro Zeiteinheit mehr Kraftstoff in den Raum 5 eingedüst werden soll, kann es erforderlich sein, 5 zusätzlich durch das wenigstens eine zweite Spritzloch 4 Brennstoff in den Brennraum 5 einzudüsen. Um dies zu ermöglichen, wird der Aktor 74 zu einer weitergehenden Hubvestellung angesteuert, so dass auch der damit gekoppelte Steuerkolben 72 eine weitergehende Hubbewegung 10 durchführt. Dies hat zur Folge, dass die erste Düsenadel 7 noch weiter vom ersten Dichtsitz abhebt und den vorgegebenen Vorhub 24 überschreitet. Hierbei kommt es wieder zum gewünschten Zusammenwirken der beiden 15 Mitnehmerkonturen 19, 20, so dass die über den Vorhub 24 hinausgehende Öffnungshubbewegung der zweiten Düsenadel 7 die erste Düsenadel 9 mitnimmt. Dementsprechend hebt die zweite Düsenadel 9 vom zweiten Dichtsitz 16 ab, so dass in 20 der Folge das wenigstens eine zweite Spritzloch 4 ebenfalls mit dem Düsenraum 26 kommuniziert und Kraftstoff in den Raum 5 eindüsen kann.

Zum Beenden des Einspritzvorgangs wird der Aktor 74 zum Zurückstellen des Steuerkolbens 72 angesteuert, was durch 25 die erste Feder 76 unterstützt werden kann. Gleichzeitig unterstützt auch die zweite Feder 51 die Rückstellbewegung des Steuerkolbens 72. Die zweite Feder 51 treibt dabei gleichzeitig die zweite Düsenadel 9 in deren Schließstellung an.

30 Auch bei dieser Ausführungsform kann mit nur einem einzigen Aktor 74 bedarfsabhängig nur die erste Düsenadel 7 oder zuerst die erste Düsenadel 7 und anschließend die zweiten Düsenadel 9 zum Öffnen angesteuert werden.

Ansprüche

1. Einspritzdüse für eine Brennkraftmaschine,
 - mit einem Düsenkörper (2), der wenigstens ein erstes Spritzloch (3) und wenigstens ein zweites Spritzloch (4) aufweist,
 - mit einer in einer ersten Nadelführung (6) des Düsenkörpers (2) geführten, als Hohlnadel ausgebildeten ersten Düsennadel (7),
 - mit einer koaxial zur ersten Düsennadel (7) angeordneten zweiten Düsennadel (9),
 - wobei mit der ersten Düsennadel (7) die Einspritzung von Kraftstoff durch das wenigstens eine erste Spritzloch (3) steuerbar ist,
 - wobei mit der zweiten Düsennadel (9) die Einspritzung von Kraftstoff durch das wenigstens eine zweite Spritzloch (4) steuerbar ist,
- dadurch gekennzeichnet,
 - dass an der ersten Düsennadel (7) eine erste Mitnehmerkontur (19) ausgebildet ist, die beim Öffnen der ersten Düsennadel (7) nach einem vorbestimmten Vorhub (24) mit einer an der zweiten Düsennadel (9) ausgebildeten zweiten Mitnehmerkontur (20) zusammenwirkt und bei einer über den Vorhub (24) hinausgehenden Öffnungsbewegung der ersten Düsennadel (7) die zweite Düsennadel (9) zum Öffnen mitnimmt.

2. Einspritzdüse nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,

- 21 -

dass die Mitnehmerkonturen (19, 20) in einem im ersten Leckageraum (45) miteinander zusammenwirken.

3. Einspritzdüse nach Anspruch 1 oder 2,

5 dadurch gekennzeichnet,
dass die zweite Düsennadel (9) keine Druckstufe besitzt.

4. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet,

10 - dass zum Antrieb der ersten Düsennadel (7) ein Übersetzerkolben (28) vorgesehen ist, der in einem Kompensatorraum (30) eine bei Druckbeaufschlagung in Schließrichtung wirksame erste Fläche (29) und in einem ersten Steuerraum (34) eine bei Druckbeaufschlagung in 15 Öffnungsrichtung wirksame zweite Fläche (33) aufweist,

15 - dass der Kompensatorraum (30) mit einer Zuführungsleitung (25) kommuniziert, die den Spritzlöchern (3, 4) unter Hochdruck stehenden Kraftstoff zuführt,

20 - dass der erste Steuerraum (34) mit einem zweiten Steuerraum (36) kommuniziert, in dem ein Aktorkolben (38) eine dritte Fläche (37) aufweist.

5. Einspritzventil nach Anspruch 4,

25 dadurch gekennzeichnet,

- dass der Übersetzerkolben (28) zusammen mit der ersten Nadel (7) eine gemeinsam hubverstellbare Einheit bildet,
- dass die erste Mitnehmerkontur (19) am Übersetzerkolben (28) ausgebildet ist.

30 6. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet,

dass zum Antrieb der ersten Düsennadel (7) ein Übersetzerkolben (51) vorgesehen ist, der in einem ersten Übersetzerraum (53) eine bei Druckbeaufschlagung in 35 Schließrichtung wirksame erste Fläche (52) aufweist und in

- 22 -

einem zweiten Leckageraum (55) mit einer ersten Feder (54) in Öffnungsrichtung vorgespannt ist.

7. Einspritzdüse nach Anspruch 6,

5 dadurch gekennzeichnet,
dass der Übersetzerkolben (51) wenigstens eine Bohrung (57) aufweist, durch welche der zweite Leckageraum (55) mit dem ersten Leckageraum (45) kommuniziert.

10 8. Einspritzdüse nach Anspruch 6 oder 7,

dadurch gekennzeichnet,
- dass ein Steuerkolben (61) vorgesehen ist, der in einem Steuerraum (63) eine Vorhubfläche (62) und in einem zweiten Übersetzerraum (59) eine Rückhubfläche (60) aufweist,
15 - dass der Steuerraum (63) mit einer Zuführungsleitung (25) kommuniziert, die den Spritzlöchern (3, 4) unter Hochdruck stehenden Kraftstoff zuführt,
- dass die Rückhubfläche (60) und die Vorhubfläche (62) an 20 gegenüberliegenden Seiten des Steuerkolbens (61) angeordnet sind,
- dass der Steuerkolben (61) den Steuerraum (63) vom zweiten Übersetzerraum (59) trennt,
- dass der erste Übersetzerraum (53) mit dem zweiten Übersetzerraum (59) kommuniziert.

25 9. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 6 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, dass der Steuerraum (63) über einen Drosselpfad (66) mit dem zweiten Übersetzerraum (59) kommuniziert.

30 10. Einspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
- dass zum Antrieb der ersten Düsenadel (7) ein 35 Übersetzerkolben (68) vorgesehen ist, der in einem

- 23 -

- Steuerraum (70) eine bei Druckbeaufschlagung in Schließrichtung wirksame erste Fläche (69) aufweist, - dass ein Steuerkolben (72) vorgesehen ist, der im Steuerraum (70) eine Steuerfläche (75) aufweist und mittels eines Aktors (74) zur Vergrößerung des Volumens im Steuerraum (70) antreibbar ist.

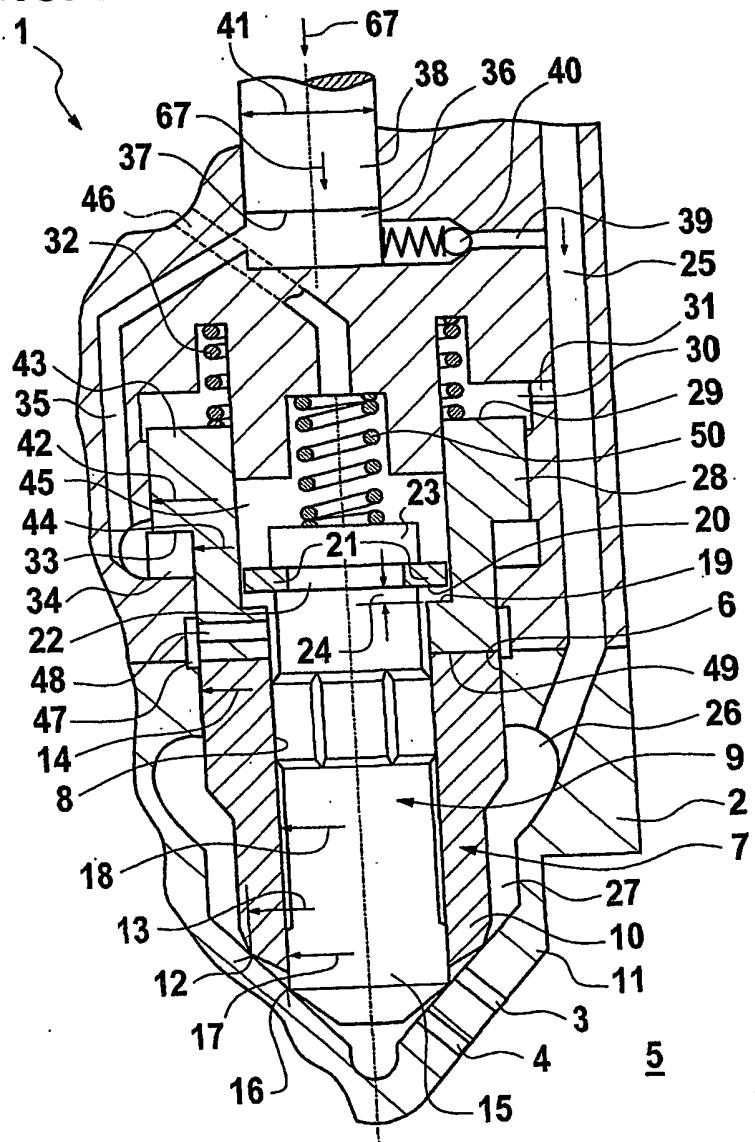
11. Einspritzventil nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Steuerkolben (72) koaxial im Übersetzerkolben (68)
geführt ist.

12. Einspritzventil nach Anspruch 10 oder 11,
dadurch gekennzeichnet,
- dass der Steuerraum (70) aus einem Befüllungsraum (78)
gespeist ist, der mit einer Zuführungsleitung (25)
kommuniziert, die den Spritzlöchern (3, 4) unter
Hochdruck stehenden Kraftstoff zuführt,
- dass der Steuerraum (70) über einen Drosselpfad (81) mit
dem Befüllungsraum (78) kommuniziert.

13. Einspritzdüse nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Düsennadel (9) mit einer zweiten Feder (50) in Schließrichtung vorgespannt ist, die sich einenends an der zweiten Düsennadel (9) und anderenends an einer von der Steuerfläche (75) abgewandten Stützseite (85) des Steuerkolbens (72) abstützt.

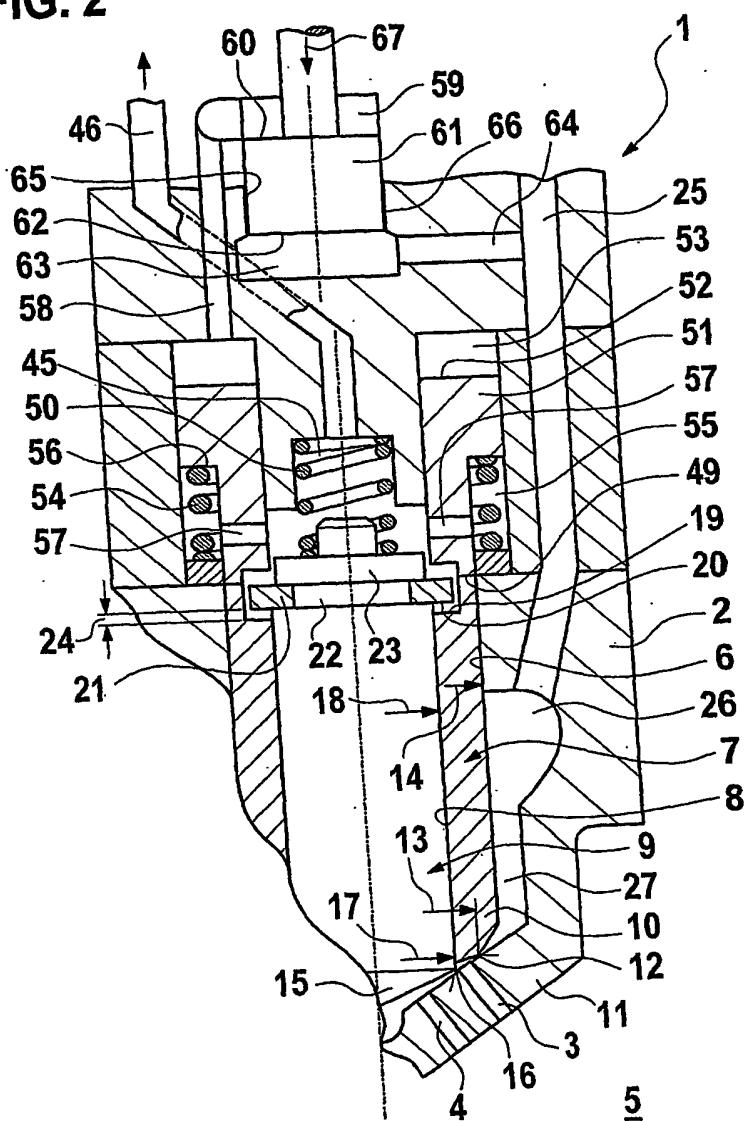
1 / 3

FIG. 1



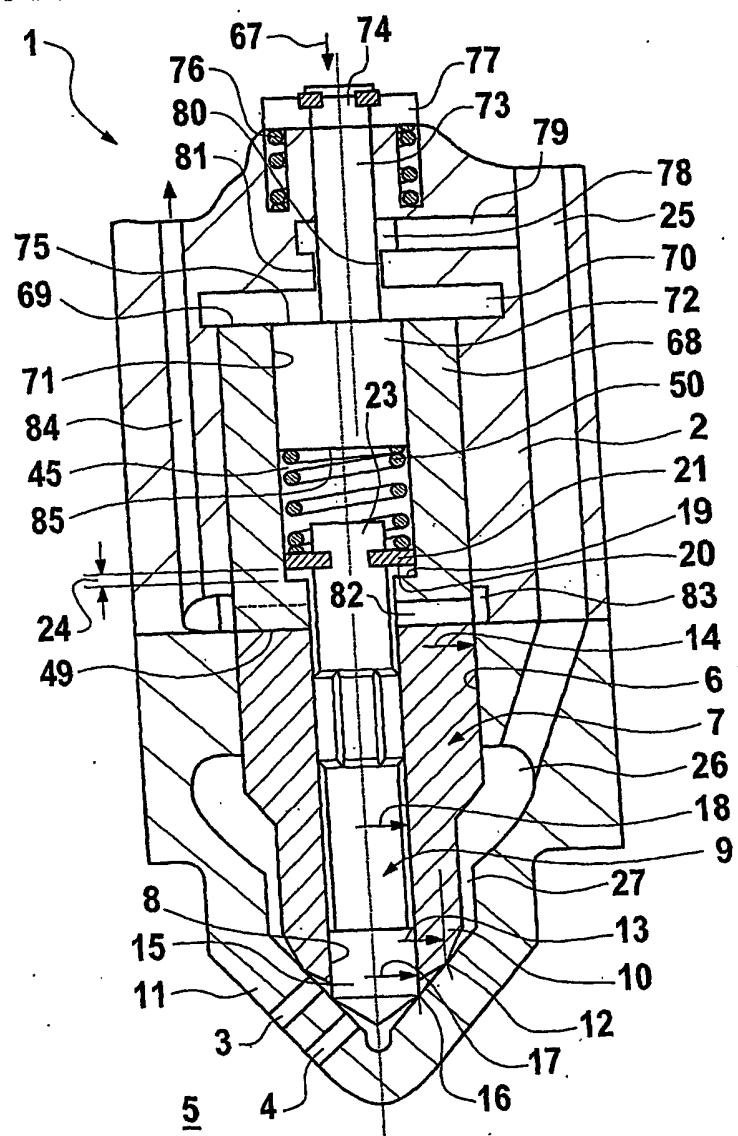
2 / 3

FIG. 2



3 / 3

FIG. 3



A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F02M45/08 F02M47/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 F02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 978 649 A (SIEMENS AG) 9 February 2000 (2000-02-09) column 3, line 19 - line 48; figure 1	1-3
Y	WO 02/18779 A (BLOCHING WOLFGANG ; SCHUERZ WILLIBALD (DE); RIZK REDA (DE); SIEMENS AG) 7 March 2002 (2002-03-07) page 5, line 7 - line 28; figures 1,2	10-13
A	DE 41 15 457 A (AVL VERBRENNUNGSKRAFT MESSTECH) 21 November 1991 (1991-11-21) column 3, line 38 - column 4, line 1; figure 2	4,8
X	US 2003/052203 A1 (HERDEN WERNER ET AL) 20 March 2003 (2003-03-20) abstract; figures 2,4	1-3
		1
		-/-

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority, claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

& document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

17 August 2004.

26/08/2004

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel: (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Schmitter, T

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 101 18 699 A (BOSCH GMBH ROBERT) 31 October 2002 (2002-10-31) column 10, line 3 - line 25; figures 8,9	1
3		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family membersInternational Application No
PCT/EP2004/050785

Patent document cited in search report	Publication date		Patent family member(s)	Publication date
EP 0978649	A	09-02-2000	DE 59909449 D1 EP 0978649 A2	17-06-2004 09-02-2000
WO 0218779	A	07-03-2002	DE 10042231 A1 WO 0218779 A1 EP 1313945 A1	14-03-2002 07-03-2002 28-05-2003
DE 4115457	A	21-11-1991	DE 4115457 A1	21-11-1991
US 2003052203	A1	20-03-2003	DE 10034444 A1 WO 0206665 A1 EP 1303697 A1 JP 2004504533 T	24-01-2002 24-01-2002 23-04-2003 12-02-2004
DE 10118699	A	31-10-2002	DE 10118699 A1 BR 0204830 A WO 02084110 A1 EP 1381774 A1 JP 2004518907 T	31-10-2002 29-04-2003 24-10-2002 21-01-2004 24-06-2004

A. Klassifizierung des Anmeldungsgegenstandes
IPK 7 F02M45/08 F02M47/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F02M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 978 649 A (SIEMENS AG) 9. Februar 2000 (2000-02-09) Spalte 3, Zeile 19 - Zeile 48; Abbildung 1	1-3
Y	WO 02/18779 A (BLOCHING WOLFGANG ; SCHUERZ WILLIBALD (DE); RIZK REDA (DE); SIEMENS AG) 7. März 2002 (2002-03-07) Seite 5, Zeile 7 - Zeile 28; Abbildungen 1,2	10-13
Y	WO 02/18779 A (BLOCHING WOLFGANG ; SCHUERZ WILLIBALD (DE); RIZK REDA (DE); SIEMENS AG) 7. März 2002 (2002-03-07) Seite 5, Zeile 7 - Zeile 28; Abbildungen 1,2	10-13
A	DE 41 15 457 A (AVL VERBRENNUNGSKRAFT MESSTECH) 21. November 1991 (1991-11-21) Spalte 3, Zeile 38 - Spalte 4, Zeile 1; Abbildung 2	4, 8
X	DE 41 15 457 A (AVL VERBRENNUNGSKRAFT MESSTECH) 21. November 1991 (1991-11-21) Spalte 3, Zeile 38 - Spalte 4, Zeile 1; Abbildung 2	1-3
X	US 2003/052203 A1 (HERDEN WERNER ET AL) 20. März 2003 (2003-03-20) Zusammenfassung; Abbildungen 2,4	1
		-/-

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- P* Veröffentlichung, die vor dem Internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem Internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- & Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts

17. August 2004

26/08/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Schmitter, T

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 101 18 699 A (BOSCH GMBH ROBERT) 31. Oktober 2002 (2002-10-31) Spalte 10, Zeile 3 - Zeile 25; Abbildungen 8,9 -----	1
3		

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

DE/EP2004/050785

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0978649	A	09-02-2000	DE EP	59909449 D1 0978649 A2	17-06-2004 09-02-2000
WO 0218779	A	07-03-2002	DE WO EP	10042231 A1 0218779 A1 1313945 A1	14-03-2002 07-03-2002 28-05-2003
DE 4115457	A	21-11-1991	DE	4115457 A1	21-11-1991
US 2003052203	A1	20-03-2003	DE WO EP JP	10034444 A1 0206665 A1 1303697 A1 2004504533 T	24-01-2002 24-01-2002 23-04-2003 12-02-2004
DE 10118699	A	31-10-2002	DE BR WO EP JP	10118699 A1 0204830 A 02084110 A1 1381774 A1 2004518907 T	31-10-2002 29-04-2003 24-10-2002 21-01-2004 24-06-2004